

LA DIVERSIDAD DE LA QUINOA DEL NIVEL DEL MAR: PRODUCTO DE LAS PRACTICAS CAMPESINAS

THE DIVERSITY OF SEA LEVEL QUINOA: PRODUCT OF FARMERS' PRACTICES

Bazile D.^{1,2,*}; Madrid D.³; Chia E.⁴; Olguín P.³

¹ UPR GREEN; CIRAD-ES; TA C-47/F ; Campus International de Baillarguet ; 34398 Montpellier Cedex 5 – France, didier.bazile@cirad.fr

² Seeds and Plant Genetic Resources Team- AGPMG; FAO-HQ, Rome, Italy. didier.bazile@fao.org

³ Instituto de Geografía, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso, calle Brasil 2241, Valparaíso, Chile

⁴ UMR Innovation, 2 place Pierre Viala, 34060 – Montpellier ; France

Resumen

Durante más de 10.000 años, las comunidades agrícolas han desarrollado los recursos fitogenéticos agrícolas según sus necesidades para llegar a cinco centros principales de origen con especies específicas. Esta organización de sociedades agrícolas participó, y participa siempre, en la creación de la diversidad en agricultura. Los recursos fitogenéticos son seleccionados, colectados e intercambiados entre agricultores o grupos de agricultores lo que permite el mejoramiento de los ecotipos según los contextos locales y su propagación por el planeta con las migraciones humanas.

La utilización y la siembra de un número alto de variedades por cada especie es una consecuencia de una gama de prácticas agrícolas. La agricultura ha estado siempre basada en el acceso y el intercambio de las semillas, no en lo exclusivo, lo que considera dinámicas fuertes de experimentación y adaptación. Así, los agricultores mantienen una alta diversidad intra-específica pero también variedades campesinas con una alta diversidad intra-varietal. Son las practicas (agronómicas, sociales, comerciales...) campesinas que producen y sustentan los modos de gestión de la diversidad.

Nuestra investigación se centra en el análisis de la diversidad agromorfológica de las variedades campesinas correspondiente al ecotipo de quinoa del nivel del mar del centro-sur de Chile. Recolectamos con los agricultores de la sexta región de Chile un total de 12 variedades en distintas zonas ecológicas. Desarrollamos ensayos de campo a través una metodología participativa para elegir 4 sitios para sembrar cada vez las 12 variedades bajo condiciones ecológicas similares y aplicando las mismas prácticas agrícolas.

Los resultados muestran fuertes diferencias en el desarrollo de las variedades. Las medidas agronómicas, con rendimientos situándose entre 0 y 2.840 kg.ha⁻¹, confirman la importancia de las prácticas campesinas de selección de semillas para adaptarlas a micro-ambientes. Del punto de vista global, los resultados obtenidos validan nuestra hipótesis de una alta diversidad genética dentro del ecotipo de quinoa del nivel de mar. La dinámica colectiva ya instalada con este proceso participativo de caracterización de la diversidad de las variedades campesinas nos da tanto el material como la metodología para empezar un trabajo de mejoramiento participativo de sus semillas locales con los campesinos de la zona central de Chile.

Palabras claves: Quinoa, Agrobiodiversidad, Variedades campesinas, Practicas de selección, Adaptación.

Abstract

For the last past 10,000 years, farming communities have developed agricultural plant genetic resources as needed to reach five major centers of origin with particular species. This organization of agricultural societies involved, and always participates in the creation of diversity in agriculture. Plant genetic resources are selected, collected and exchanged between groups of farmers allowing improved ecotypes according to local contexts and its spread around the planet with human migrations.

The diversity of agricultural practices requires the use and cultivation of a large number of varieties within each species. Agriculture has always been always based on free access and exchange of seeds, not the exclusive, which considers strong dynamics of experimentation and adaptation. Thus, farmers maintain high intra-specific diversity but also farmers' varieties with high intra-varietal diversity.

Our research focuses on the analysis of the agromorphological diversity of quinoas peasant varieties from the sea level ecotype of the Central and Southern part of Chile. We collected with farmers a total of 12 varieties in different ecological zones of the region VI of Chile. Field trials were developed through a participatory methodology to choose 4 locations for plant growing. Within this framework, the 12 varieties were sown under similar environmental conditions and applying the same farming practices.

The results show strong differences in the development of varieties. Agronomic measures, with yields hovering between 0 and 2.600 kg.ha⁻¹, confirm the importance of farmers' seed selection practices to suit micro-environments. From a global point of view, the results validate our hypothesis of a high genetic diversity within the ecotype of quinoa from sea level. The collective dynamic and participatory process installed with this characterization of the diversity of farmers' varieties gives us both the material and the methodology for starting a new participatory work improving their local seeds with farmers in the central region of Chile.

Keywords: Quinoa, Agrobiodiversity, Landraces, Plant Varietal selection, Adaptation.

Introducción

La gestión de la biodiversidad de las plantas y en particular la de los recursos fitogenéticos para la agricultura y la alimentación es hoy en día una preocupación para los países pero también de los productores (Louafi, Bazile & Noyer, 2013).

La quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) fue domesticada hace más de 7.000 años en los alrededores del lago Titicaca como centro principal de diversidad de la especie (Cuzak, 1984). Los intercambios de semillas entre grupos humanos permitieron extender el área del cultivo de quinoa a nivel de América Latina. El proceso de adaptación de la especie a otros contextos ecológicos corresponde al trabajo de selección de semillas por generaciones de agricultores. A nivel mundial, cinco ecotipos de quinoa existen hoy: el ecotipo del altiplano, el ecotipo de los salares, el ecotipo de los valles andinos, el ecotipo de las Yungas y el ecotipo del nivel del mar (Bazile, Fuentes y Mujica, 2013).

Perú y Bolivia son los dos principales productores de quinoa a nivel mundial. Sus zonas de producción se centran en zonas de altura desde el altiplano sur de Bolivia hacia la zona de Ayacucho en Perú. Estas zonas recibieron casi todos los esfuerzos de investigación a nivel nacional e internacional durante los últimos 30 años (Bazile, Bertero y Nieto, 2015). La caracterización de la diversidad de estas quinoas que crecen en altura ha sido bien estudiada. El reciente aumento de la demanda internacional permitió abrir los ojos sobre zonas marginales de producción de quinoa que presentan un fuerte potencial de desarrollo. El aislamiento de los productores en estas zonas generó prácticas de selección específicas por los agricultores sin muchos intercambios de semillas entre ellos. Eso ha permitido

generar una alta diversidad dentro de estos ecotipos. El ecotipo de nivel de mar ocupa una zona única en el Centro-Sur de Chile entre las regiones de Valparaíso y Los Lagos (Anabalón-Rodríguez L, Thomet-Isla, 2009; Fuentes et al, 2009). Son pocos los agricultores que producen la quinoa desde las orillas del mar hasta una altura siempre inferior a 1.500 m.s.n.m. Estas características confieren a la quinoa del nivel del mar aptitudes y características específicas como un color de grano crema, granos de pequeño tamaño, un contenido alto de saponinas, una resistencia al mildiu entre otras (Bazile et al, 2015; Martínez et al, 2008; Miranda et al, 2012). Estas especificidades son las que buscan los investigadores (agronomos y mejoradores) para introducir la quinoa fuera de los Andes, en climas templados (Bazile, Martínez y Fuentes, 2014; Ruiz et al, 2014).

Los primeros estudios del ecotipo del nivel del mar mostraron una gran diversidad genética (Bazile et al, 2010). El proyecto IMAS (ANR, 2008-2012) contribuyó al reconocimiento de esta diversidad realizando recolección de semillas y caracterización de este material (Bazile & Negrete, 2009). Los agricultores de esta zona no saben que tienen un tesoro en sus manos, un patrimonio agrícola que ellos mismos crearon a partir de sus prácticas individuales de selección de semillas. En el marco del proyecto “Tecnologías de Innovación para la Quinoa del Secano” (2014-2015) con su finalidad de promover la producción de quinoa como alternativa económica y medioambiental, el objetivo específico del trabajo de investigación que presentamos aquí es doble: caracterizar la diversidad agromorfológica de las variedades campesinas de las zonas de Pichilemu, Pumanque, Paredones y Marchigüe de la sexta región de Chile y construir una “vitrina” de la diversidad para dialogar con los campesinos.

Material y metodología

La metodología consistió en un ensayo participativo a partir de cuatro parcelas de experimentación localizadas en las distintas zonas agroecológicas de la región de estudio (Castri, 1968). Estas parcelas pertenecen a agricultores que se comprometen frente al grupo a asumir al protocolo experimental adoptado. Se recolectaron 12 semillas locales con agricultores diferentes ubicados en zonas ecológicas distintas (Figura 1).

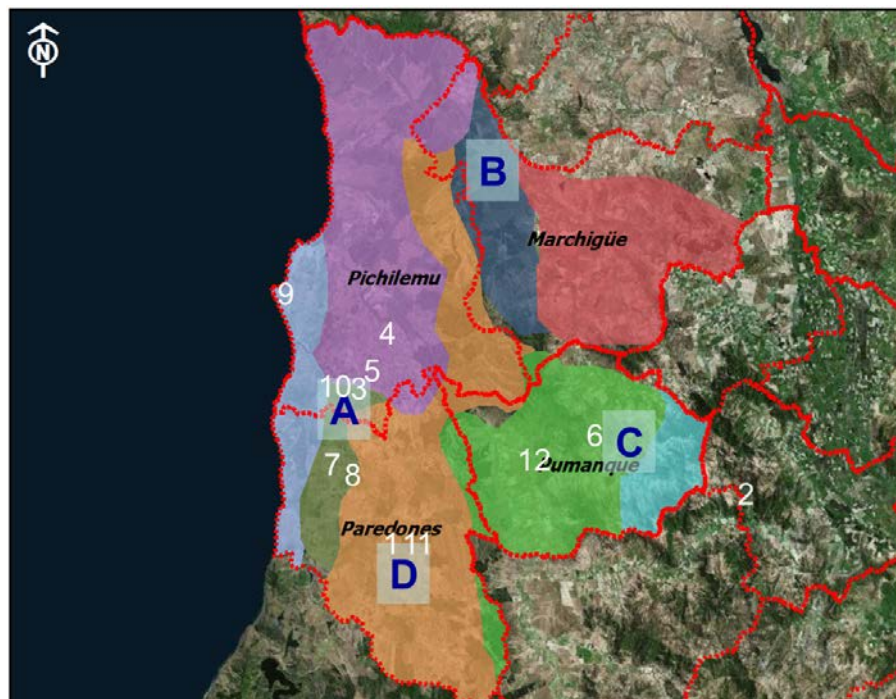


Figura 1. Ubicación en la sexta región de Chile de las cuatro parcelas de experimentación (A, B, C, D), y del origen de las 12 semillas comparadas (1 a 12). Los colores de fondo representan los principales distritos agroclimáticos de la región y las líneas rojas materializan los límites entre comunas.

Las cuatro parcelas campesinas cuentan con un tamaño físico de 48m*10m aproximadamente (Figura 2). En cada uno de estos espacios de experimentación se sembraran las mismas 12 variedades con semillas campesinas. Dentro de los ensayos, cada variedad se siembra con 3 repeticiones. Para estudiar el efecto del fotoperiodo en el desarrollo de las variedades locales, cada variedad tiene una siembra con fecha de octubre y otra siembra con fecha de noviembre (Bertero, 2001). La segunda fecha corresponde a otro bloque distinto en el protocolo científico para el diseño experimental.

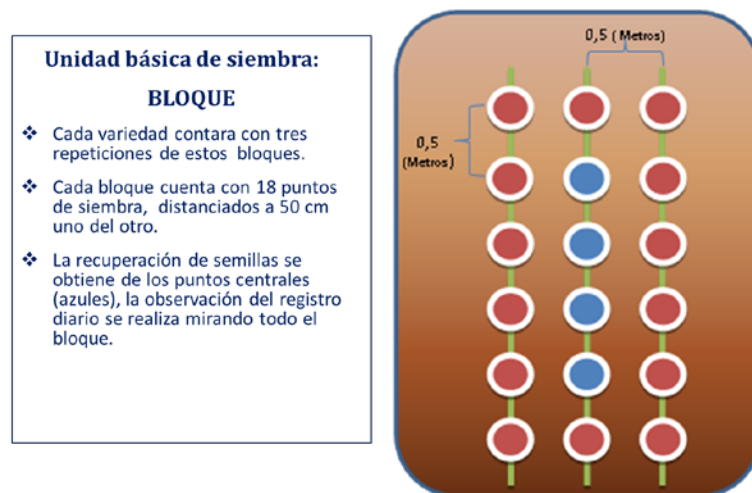


Figura 2. Detalles del diseño experimental tipo RCBD utilizado en cada parcela de ensayo.

A partir de la siembra, cada productor lleva un registro diario del desarrollo del cultivo para notar el número de días desde la siembra hasta cada estadio fenológico de importancia (germinación, floración, maduración, etc.). Este registro tiene como la finalidad de obtener datos comparativos entre variedades sobre los tiempos de desarrollos y entender los riesgos o facilidad de adaptación (sequía, salinidad, calor, heladas, etc.) según los números de días por las diferentes semillas. Los datos sobre el desarrollo fenológico de las plantas fueron directamente recolectados por el agricultor durante todo el periodo de cultivo (octubre-marzo).

Para la caracterización agromorfológica de las variedades locales de quinoa, nos referimos a una lista propia de descriptores elegidos dentro de los descriptores internacionales (Bioversity, 2013) considerando estos descriptores específicos como los más importantes para los campesinos en esta zona agrícola.

Respecto a estos descriptores, al momento de la cosecha, cada planta de cada parcela elemental (o repetición dentro de un bloque) fue estudiada considerando una lista de 15 descriptores generales para describir la parcela (drenaje del suelo, salinidad del suelo, profundidad de la capa freática, pH del suelo, textura del suelo, contenido de materia orgánica del suelo, etc.) y su ubicación (longitud, latitud, altitud), y una lista de 19 descriptores particulares para medir las características de las plantas (habito de crecimiento; altura de las plantas; forma del tallo principal; diámetro del tallo principal; color del tallo principal, número de ramas primarias; color de la panoja; forma de la panoja; longitud de la panoja; diámetro de la panoja; densidad de la panoja; color del pericarpio; color del epispermo; peso de la biomasa aérea; peso de granos por repetición, índice de cosecha; rendimiento estimado por hectárea; diámetro del grano, peso de 1000 granos, rendimiento de semillas por repetición, etc.)

Resultados

Por razones de tiempo para tratar y analizar todos los datos, dentro de este artículo para el V Congreso de la Quinoa en Argentina, consideramos solo los resultados de las parcelas: B

de Don Orlando Cabezas en el sector de Pailimo (Comuna de Marchigüé) sembrada el 17 de octubre 2014 y D de Don Lautaro Díaz del sector de La Vega (Comuna de Paredones) sembrada el 5 de octubre 2014.

Los descriptores agromorfológicos utilizados permitieron medir las diferencias observadas entre las variedades locales considerando los fenotipos. Esta grande variabilidad de desarrollo según las variedades se confirma en la amplia distribución de los resultados agronómicos de producción (tablas 1 & 2). Es interesante notar que, aunque la quinoa es conocida por su buen rendimiento en semillas y alto nivel de Índice de Cosecha, no todas las variedades tienen el mismo comportamiento. Lo que significa un uso distinto de los nutrientes del suelo para producir o de la biomasa aérea o los granos. También, el ecotipo de la costa es conocido en general por tener granos más chicos que la quinoa de altura. Nuestros datos muestran que según las variedades, tenemos una variación poco importante entre los diámetros de granos pero que el peso de 1000 granos varía considerablemente de más de un 50% entre el mínimo y el máximo. Esta variabilidad es un factor importante que tenemos que considerar no solo para determinar la cantidad de semillas necesarias para la siembra sino que es una variable de alta importancia para el mejoramiento de los factores del rendimiento.

En la parcela B, ninguna variedad presenta un rendimiento nulo al contrario de la parcela D donde la variedad 3 no resultó. Los rendimientos se distribuyen desde menos de 100 kg.ha⁻¹ hasta más de 2.000 kg.ha⁻¹ en las dos parcelas pero cuando observamos los resultados por variedades, vemos que nos son las mismas que obtuvieron los mejores resultados en las dos parcelas (figura 3). La variedad 6 exprima bien esta diferenciación según las ecologías.

Tabla 1. Datos de producción por variedades en la parcela B (Marchigüé).

PARCELA	VARIEDAD	REPETICION	NÚMERO DE PLANTAS	DIAMETRO DEL GRANO	PESO DE 1000 GRANOS	RENDIMIENTO DE SEMILLAS	PESO BIOMASA AEREA	PESO DE GRANOS POR REPETICIÓN	INDICE DE COSECHA	RENDIMIENTO ESTIMADO (kg/ha)	PROMEDIO RENDIMIENTO
2 (B)	1	1	9	2.5	3.5	16,37	335	147	43,93	210	70
	1	2	0	0	0	0	0	0	0,00	0	
	1	3	0	0	0	0	0	0	0,00	0	
	2	1	24	1.8	2.8	19,84	622	476	76,57	680	1 202
	2	2	28	2.0	3.5	24,57	1 100	688	62,51	983	
	2	3	31	2.0	2.8	43,87	1 899	1 360	71,60	1 943	
	3	1	0	0	0	0	0	0	0,00	0	850
	3	2	41	2.5	3.1	23,24	1 409	953	67,60	1 361	
	3	3	51	2.0	4.2	16,31	2 371	832	35,08	1 188	
	4	1	25	2.5	3.4	48,22	1 502	1 205	80,26	1 722	2 482
	4	2	33	2.0	3.4	71,37	2 957	2 355	79,64	3 365	
	4	3	37	2.0	3.0	44,65	2 113	1 652	78,21	2 360	
	5	1	5	2.0	4.2	110,64	972	753	77,46	1 076	434
	5	2	1	2.5	3.2	32,7	88	33	37,03	47	
	5	3	1	1.5	3.6	125,1	292	125	42,81	179	
	6	1	33	2.0	3.5	60,61	2 520	2 000	79,38	2 857	2 840
	6	2	21	2.5	2.9	82,25	2 142	1 727	80,64	2 468	
	6	3	26	2.5	4.8	86,04	2 335	2 237	95,82	3 196	
	7	1	32	2.0	3.2	25,48	1 953	815	41,75	1 165	1 381
	7	2	25	2.0	3.4	31,30	996	783	78,57	1 118	
	7	3	21	2.0	3.0	62,04	1 849	1 303	70,46	1 861	
	8	1	13	2.0	3.1	47,72	966	620	64,26	886	295
	8	2	0	0	0	0	0	0	0,00	0	
	8	3	0	0	0	0	0	0	0,00	0	
	9	1	45	2.2	3.8	36,04	1 983	1 622	81,80	2 317	1 639
	9	2	45	2.0	3.4	40,45	2 331	1 820	78,09	2 600	
	9	3	0	0	0	0	0	0	0,00	0	
	10	1	16	2.0	3.5	16,17	1 568	259	16,50	370	1 800
	10	2	45	1.5	3.9	44,40	2 193	1 998	91,11	2 855	
	10	3	29	2.0	4.5	52,53	2 275	1 523	66,96	2 176	
	11	1	25	1.2	4.0	44,02	2 082	1 101	52,88	1 572	1 260
	11	2	31	2.0	3.6	20,46	955	634	66,41	906	
	11	3	16	2.0	3.3	56,92	1 180	911	77,18	1 301	
	12	1	21	1.6	3.7	18,32	1 485	385	25,92	550	183
	12	2	0	0	0	0	0	0	0,00	0	
	12	3	0	0	0	0	0	0	0,00	0	

Tabla 2. Datos de producción por variedades en la parcela D (Paredones).

PARCELA	VARIEDAD	REPETICION	NÚMERO DE PLANTAS	DIAMETRO DEL GRANO	PESO DE 1000 GRANOS	RENDIMIENTO DE SEMILLAS	PESO BIOMASA AEREA	PESO DE GRANOS POR REPETICIÓN	INDICE DE COSECHA	RENDIMIENTO ESTIMADO (kg/ha)	PROMEDIO RENDIMIENTO
4 (D)	1	1	11	2	3,6	17,20	212	189	89,46	270	234
	1	2	22	2,2	4,2	13,75	487	302	62,16	432	
	1	3	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0	
	2	1	25	2	3	60,05	2 316	1 501	64,82	2 145	1 824
	2	2	23	2	3,2	42,77	1 359	984	72,40	1 405	
	2	3	35	1,5	2,6	38,42	2 073	1 345	64,85	1 921	
	3	1	0	0	0,00	0	0	0	0,00	0	0
	3	2	0	0	0,00	0	0	0	0,00	0	
	3	3	0	0	0,00	0	0	0	0,00	0	
	4	1	41	2	3,5	29,33	2 026	1 203	59,63	1 718	2 010
	4	2	25	1,8	3,6	64,69	3 168	1 617	51,05	2 310	
	4	3	43	2,2	4,1	32,59	2 846	1 402	49,24	2 002	
	5	1	60	1,8	2,1	18,90	1 669	1 134	67,94	1 620	1 129
	5	2	56	2,2	3,1	19,86	1 767	1 112	62,95	1 589	
	5	3	5	2	2,6	24,76	164	124	99,76	177	
	6	1	13	1,5	3,4	29,95	443	389	87,80	556	882
	6	2	32	2	4,3	35,58	1 368	1 139	83,21	1 626	
	6	3	10	1,4	3,2	32,56	411	626	79,28	465	
	7	1	29	1,8	2,4	32,36	1 298	938	72,31	1 341	1 264
	7	2	58	1,6	3	16,99	1 352	985	72,86	1 408	
	7	3	28	1,6	2,8	26,06	989	730	73,80	1 042	
	8	1	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0	69
	8	2	7	1,5	2,8	20,76	280	145	51,97	208	
	8	3	0	0	0,00	0	0	0	0,00	0	
	9	1	3	1,5	3,2	18,03	76	54	71,09	77	994
	9	2	43	2	3,4	16,53	1 877	711	37,87	1 015	
	9	3	32	1,6	2,5	41,36	2 115	1 323	62,57	1 891	
	10	1	30	2,2	3,1	48,19	2 074	1 446	69,70	2 065	1 936
	10	2	31	1,5	2,8	46,36	2 121	1 437	67,75	2 053	
	10	3	61	1,6	2,6	19,72	2 864	1 182	41,28	1 689	
	11	1	49	1,5	2,2	32,41	2 270	1 588	69,96	2 269	1 842
	11	2	35	2	4,2	31,62	2 297	1 107	48,19	1 581	
	11	3	35	1,5	3,2	33,54	1 432	1 174	81,95	1 677	
	12	1	4	2	2,8	27,65	131	111	84,49	158	449
	12	2	9	2,2	3,6	70,51	649	635	97,80	907	
	12	3	7	2	2,6	28,09	239	197	89,36	281	

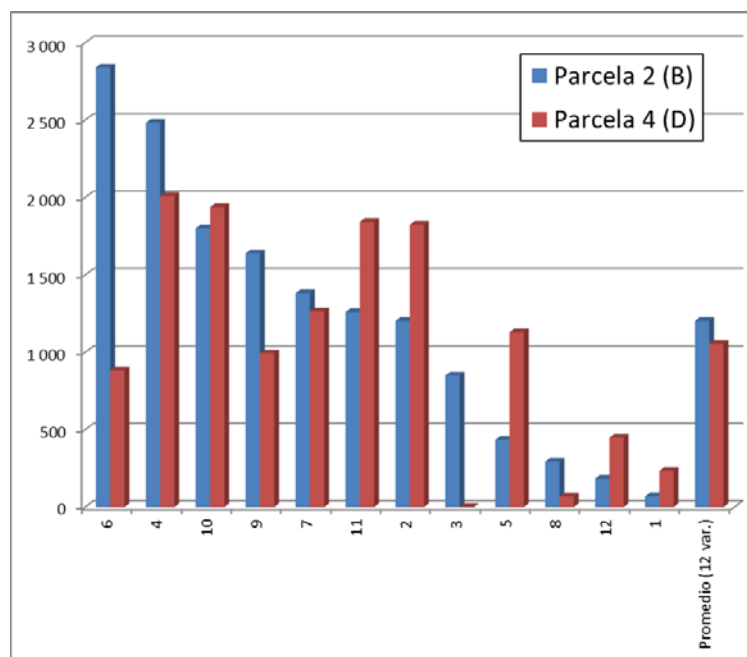


Figura 3. Distribución de los rendimientos por variedades en las dos parcelas de experimentación B y D.

Respecto a nuestro según objetivo para construir una “vitrina” de la diversidad para dialogar con los campesinos, se realizaron en cada parcela de experimentación, talleres de campo

donde participaron productores, técnicos e investigadores para utilizar este espacio de experimentación no solo como una muestra de la diversidad local sino que como un espacio de dialogo de saberes para generar cuestiones y nuevos objetivos comunes para la investigación.

Estos talleres han permitido constatar, en terreno, la diversidad entre semillas de la misma región considerando el desarrollo de las plantas de las diferentes variedades manejadas bajo las mismas prácticas agrícolas y en las mismas condiciones edafoclimáticas. Los resultados permiten a la vez validar y dar a conocer la diversidad de la quinoa del nivel del mar como un producto de las prácticas de selección de semillas por los agricultores; cada uno de ellos adaptando sus semillas durante generaciones a las micro condiciones agroclimáticas en su predio como a sus intereses respecto a los destinos y usos de la quinoa.

Durante estos talleres de campo, los agricultores debatieron de los criterios que permitan elegir las panojas de unas plantas específicas y así seleccionar las semillas para el año siguiente. Respecto a esta diversidad de prácticas de selección que generen la diversidad existente de las quinoas del nivel del mar, dentro de las prácticas de selección por unos agricultores, se pueden observar plantas de quinoa de color homogéneo aunque otras semillas de variedades locales presentan una diversidad de color dentro de una misma variedad campesina desde el color crema, blanco, rosado hasta un rojo. De la misma manera, el tamaño de las plantas como la fecha de maduración de las plantas de una misma variedad campesina aparecen homogéneos si hubo una selección específica respecto a estos criterios sino hay una heterogeneidad importante entre las plantas de una misma repetición (Fuentes et al, 2012).

Discusión y Conclusión

Las parcelas de ensayos son importantes para generar nuevos conocimientos científicos. Si durante el mismo tiempo que estudiamos el desarrollo de las plantas, somos capaces de compartir con los agricultores sobre nuestras observaciones, avanzamos juntos con estos nuevos conocimientos. Pero para lograr eso, se necesita construir un lenguaje común para describir las plantas y hablar de los resultados agronómicos.

Nuestra voluntad inicial de trabajar con una metodología participativa validó la posibilidad de utilizar el espacio de las parcelas como espacio común de trabajo común y de dialogo (Chia et al, 2011). Durante estos tiempos de trabajo de campo, los científicos aprendan mucho de los agricultores y al mismo tiempo, los agricultores aprendan de los científicos para explicar sus prácticas empíricas. Pero, la dificultad para proyectarse en común viene de cómo transformar las preguntas que surjan sin resolución inmediata en nuevos objetivos de investigación.

Los primeros resultados de este trabajo de experimentación con los agricultores (investigación participativa) generan grandes expectativas para seguir trabajando en el mejoramiento de las variedades de quinoa (Zurita et al, 2014), con una metodología participativa que deberá identificar los criterios campesinos de selección de las plantas para producir sus semillas (Leroy et al, 2015). Esta perspectiva cambiará la forma de producir semillas desde una perspectiva individual hacia una perspectiva colectiva. Eso necesitará construir el espacio de colaboración para definir las reglas comunes, es decir los derechos y deberes, de cada uno en un dispositivo de investigación-participativa para el mejoramiento de las variedades de quinoa del nivel del mar a partir del germoplasma de los campesinos.

Bibliografía

Anabalón-Rodríguez L, Thomet-Isla M (2009). Comparative analysis of genetic and morphologic diversity among quinoa accessions (*Chenopodium quinoa* Willd.) of the South of Chile and highland accessions. *J Plant Breed Crop Sci* 1:210-216.

Bazile D., Bertero H.D., Nieto C. (eds.). 2015. State of the art report on quinoa around the world in 2013. Rome : FAO, XIV-589 p. <http://www.fao.org/3/a-i4042e.pdf>

Bazile D., Fuentes F., Mujica A. 2013. Historical perspectives and domestication. In : Bhargava Atul, Srivastava Shilpi. Quinoa : botany, production and uses. Wallingford : CABI, p. 16-35.

Bazile D., Martinez E.A., Fuentes F. 2014. Diversity of quinoa in a biogeographical Island: A review of constraints and potential from arid to temperate regions of Chile. *Notulae botanicae Horti agrobotanici Cluj-Napoca*, 42 (2) : 289-298. <http://dx.doi.org/10.1583/nbha4229733>

Bazile D., Martinez E.A., Fuentes F., Chia E., Namdar-Irani M., Olguin P., Saa C., Thomet M., Vidal A. 2015. Quinoa in Chile. In : Bazile Didier (ed.), Bertero Hector Daniel (ed.), Nieto Carlos (ed.). State of the art report on quinoa around the world in 2013. Rome : FAO, p.401-421. <http://www.fao.org/3/a-i4042e.pdf>

Bazile D., Olguin Manzano P.A., Nuñez L., Negrete Sepulveda J. 2010. Diversidad genética de la variedad "Blanca" de quinoa de la region centrale de Chile. In: Roger Copa and al. (eds). Memoria resúmenes del III Congreso Mundial de la Quinoa, 16 al 19 de marzo de 2010, Oruro-Potosí, Bolivia . Oruro : FCAV-Universidad Técnica de Oruro, resumen, p. 35.

Bazile D., Negrete Sepulveda J. (eds.). 2009. Quinoa y biodiversidad: Cuáles son los desafíos regionales? *Revista geográfica de Valparaíso* (42) (spéc.) : 1-141.

Bertero HD (2001). Effects of photoperiod, temperature and radiation on the rate of leaf appearance in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under field conditions. *Ann. Bot* 87:495-502.

Casti Di F (1968). Esquisse écologique du Chili. In: Delmare- Deboutteville C, Rapaport E (eds.) Biologie de l'Amérique Australe. Volume IV. Etudes sur la faune du sol. Documents biogéographiques. Extrait. Paris: Ed Centre National de la Recherche Scientifique 7-52.

Chia E., Bazile D., Hocdé H., Negrete Sepulveda J. 2011. Apprentissages territoriaux à propos de la relance de la production de quinoa au Chili. In : ASRDLF. 48ème Colloque de l'ASRDLF : Migrations et territoires, Schoelcher, Martinique, 6, 7 et 8 juillet 2011. 13 p.

Cusack DF (1984). Quinoa: grain of the Incas. *Ecologist* 14:21-31.

Fuentes F, Martínez EA, Hinrichsen PV, Jellen EN, Maughan PJ (2009). Assessment of genetic diversity patterns in Chilean quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) germplasm using multiplex fluorescent microsatellite markers. *Conservation Genetics* 10:369-377.

Fuentes F., Bazile D., Bhargava A., Martinez E.A. 2012. Implications of farmers' seed exchanges for on-farm conservation of quinoa, as revealed by its genetic diversity in Chile. *Journal of Agricultural Science*, 150 (6) : 702-716. <http://dx.doi.org/10.1017/S0021859612000056>

Leroy T., Coumare O., Kouressy M., Trouche G., Sidibe A., Sissoko S., Toure A., Guindo T., Sogoba B., Demble F., Dakouo B., Vaksman M., Coulibaly H., Bazile D., & Dessauw D. 2014. Inscription d'une variété de sorgho obtenue par sélection participative au Mali dans des projets multiacteurs. *Agronomie, Environnement et Sociétés*, 4(2) : 143-152.

Louafi S., Bazile D., Noyer J.L. 2013. Conserving and cultivating agricultural genetic diversity: transcending established divides. In : Hainzelin Etienne (ed.). Cultivating biodiversity to transform agriculture. Heidelberg : Springer [Allemagne], p. 181-230. http://dx.doi.org/10.1007/978-94-007-7984-6_6

Martínez EA, Delatorre J, San Martín R, Pinto M (2008). Asociación entre diversidad genética, calidad y cantidad de saponinas y respuesta al fotoperíodo en accesiones chilenas de *Chenopodium quinoa* Willd. FONDECYT Project. Final Report.

Miranda M, Vega-Gálvez A, Quispe-Fuentes I, Rodríguez MJ, Maureira H, Martínez EA (2012). Nutritional aspects of six quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) ecotypes from three geographical areas of Chile. *Chil J Agr Res* 72: 175-181.

Ruiz KB, Biondi S, Oses R, Acuña-Rodríguez IS, Antognoni, F, Martínez EA, Coulibaly AK, Pinto M, Canahua-Murillo A, Zurita-Silva A, Bazile D, Jacobsen SE, Molina-Montenegro MA (2014). Quinoa biodiversity and sustainability for food security under climate change. A review. *Agron Sustain Dev* 34:349-359.

Zurita-Silva A, Fuentes F, Zamora P, Jacobsen SE, Schwember A (2014). Breeding quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): potential and perspectives. *Mol Breeding* 34:13-30.

Apoyo financiero

FIC REGIONAL 2013 / GOBIERNO REGIONAL DE LA REGIÓN DEL LIBERTADOR BERNARDO O'HIGGINS

Proyecto "TECNOLOGÍAS DE INNOVACIÓN PARA LA QUINUA DEL SECANO"

Coordinación: INSTITUTO DE GEOGRAFÍA / FACULTAD DE RECURSOS NATURALES / PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO (CHILE)